



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

PÁSOVÉ PODVOZKY

TRACKED CHASSIS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Richard Bartoníček

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Prokop Pokorný

BRNO 2016

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Richard Bartoníček**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Prokop Pokorný**
Akademický rok: 2015/16

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Pásové podvozky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce zaměřená na rešerši konstrukčních provedení pásových podvozků a jejich možnosti použití pro moderní stavební, manipulační a lesní techniku s konstrukční rychlostí do 50km/h.

Cíle bakalářské práce:

Zpracovat rešerši konstrukčních provedení pásových podvozků a pásů pro pásové podvozky:

- stavební a manipulační techniky,
- lesní a zemědělské techniky,
- ostatních strojů a jejich použitelnost pro stavební, lesní a zemědělskou techniku.

Seznam literatury:

WONG, J.Y.: Terramechanics and Off-Road Vehicle Engineering (Second Edition), Terrain Behaviour, Off-Road Vehicle Performance and Design, ISBN: 978-0-7506-8561-0.

VANĚK, A.: Moderní strojní technika a technologie zemních prací, Academia Praha, Praha, 2003, ISBN 80-200-1045-9.

Bosoi, E.S., Siltan-Shakh, E.G., Smirnov, I.I., Verniaev, O.V.: Theory, Construction and Calculation of Agricultural Machines, ed. Taylor and Francis, Publication Date: 2001: 680 pages, ISBN: 978-9061919995.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/16

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Václav Píštěk, DrSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty



ABSTRAKT

Bakalářská práce představuje základní přehled konstrukčních variant pásových podvozků. V druhé části jsou pak uvedeny příklady použití pásových podvozků ve stavebnictví a lesních a zemědělských aplikacích.

KLÍČOVÁ SLOVA

Podvozek, pás, rám, nakladač, dozer, traktor, rypadlo, harvester, forwarder

ABSTRACT

Bachelor's thesis presents basic overview of tracked chassis construction variants. In the second part there are named examples of tracked chassis usage in civil engineering and forest and agricultural applications.

KEYWORDS

Undercarriage, track, frame, loader, dozer, tractor, excavator, harvester, forwarder



BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

BARTONÍČEK, R. *Pásové podvozky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 48 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Prokop Pokorný.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Prokopa Pokorného a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 25. května 2016

.....

Richard Bartoníček



PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Prokopu Pokornému za rady, připomínky a trpělivost. Také bych rád poděkoval své rodině za neutuchající podporu nejen během studia.



OBSAH

Úvod	13
1 Konstrukce	14
1.1 Podélné nosiče pásů	15
1.1.1 Turasové kolo	15
1.1.2 Vodící kolo	15
1.1.3 Kladky	16
1.1.4 Typy podvozků	17
1.2 Pásky	19
1.2.1 Řetězový pás	19
1.2.2 Desky řetězového pásu	20
1.2.3 Pryžový pás	21
1.2.4 Průvis	21
1.3 Rám	21
1.3.1 Samostatné rámy	21
1.3.2 Rám součástí rámu stroje	23
1.3.3 Pásové jednotky	23
1.4 Legislativa	24
2 Stavební a manipulační technika	25
2.1 Malé nakladače	25
2.2 Dozery	26
2.2.1 Traktory	26
2.2.2 Turbonakladače	27
2.2.3 Nakladače	28
2.3 Dumpery	28
2.4 Rypadla	29
2.4.1 Malá rypadla	29
2.4.2 Střední rypadla	30
2.4.3 Těžká rypadla	31
2.4.4 Speciální rypadla	32
2.5 Silniční technika	35
2.5.1 Frézy	35
2.5.2 Finišery	36
3 Lesní a zemědělská technika	37
3.1 Lesní technika	37
3.1.1 Harvestory	37



3.1.2 Forwardery	38
3.2 Zemědělská technika	39
3.2.1 Traktory.....	39
Závěr	41
Seznam použitých symbolů a zkratk	46
Seznam obrázků	47
Seznam tabulek	48



ÚVOD

Existuje mnoho variant pásových podvozků, jak se objevovaly a vyvíjely v průběhu minulého století. Neustálé vylepšování technologií a konstrukčních postupů eventuálně vyústilo v omezení používání některých druhů a typů, které už dále nedostačovaly daným požadavkům na výkonnost, a byly nahrazeny řešením více vyhovujícím.

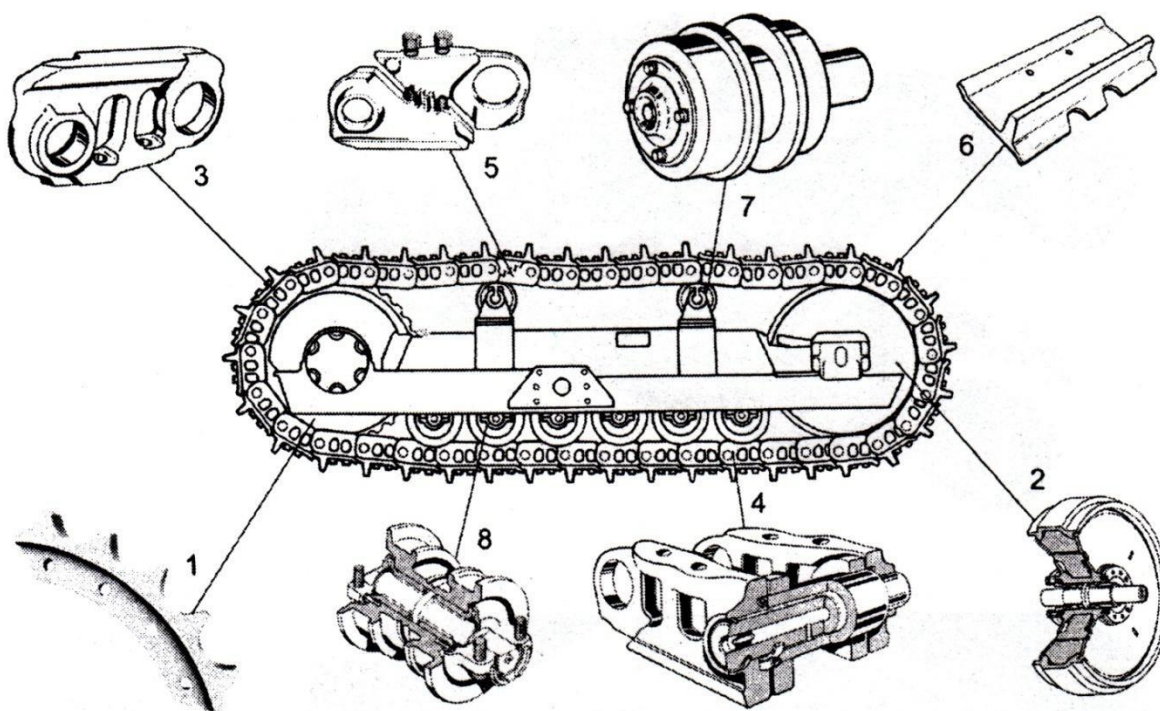
Tato práce je soustředěna na konstrukční provedení pásových podvozků v dnešní době obvyklých pro použití u stavební, manipulační, lesní a zemědělské techniky a příklady jejich praktických aplikací u různých strojů.

1 KONSTRUKCE

Zásadní výhoda oproti kolovým podvozkům a tedy hlavní důvod použití pásových podvozků je velká styková plocha. Ta zajišťuje větší tažné síly, stejně tak brzdné síly, nízký měrný tlak, vysokou stabilitu, snazší průchodnost obtížného terénu a vyšší stoupavost. Tyto vlastnosti umožňují použití podvozku ve svahovitém či nerovném terénu a na měkkém podloží.

Nevýhodou pásového podvozku je složitost konstrukce. Pásové podvozky se skládají z podstatně více pohyblivých součástí než podvozky kolové. Jejich údržba je tudíž nutná častěji, je obtížnější a životnost pásového podvozku je zhruba poloviční než kolového podvozku. Navíc právě díky velkému počtu dílů je hmotnost pásového podvozku podstatně vyšší, v některých případech činí až polovinu hmotnosti samotného stroje, a značně snižuje jeho pohyblivost. Větší styková plocha má také za následek větší odporové síly a samotný pohyb stroje vyžaduje vyšší výkon pohonné jednotky.

Obecně tedy platí, že čím je stroj větší, tím je díky pásovému podvozku stabilnější, ale méně pohyblivý. U velkých stavebních strojů, kde není pohyb součástí pracovní činnosti a slouží pouze ke krátkým pojezdům přímo na staveništi, popř. nakládání a vykládání z valníku, který přepravuje stroj do cílové oblasti, toto není problém. V případě lesních a zemědělských strojů je třeba uvážit rozdíly mezi jednotlivými podvozky v závislosti na konkrétních požadavcích a účelu a zvolit vhodnější variantu.



1 – ozubený věnec turasového kola; 2 – vodící kolo s ložiskem; 3 – kovaná lamela; 4 – řetězový článek; 5 – dělené lamely koncového článku; 6 – opěrná deska; 7 – podpěrné kladky; 8 – nosné kladky

Obr. 1 Prvky běžného podélného nosiče pásu [5]



1.1 PODÉLNÉ NOSIČE PÁSŮ

Centrálním konstrukčním prvkem pásových podvozků jsou podélné nosiče pásů (Obr. 1). Ty bývají obvykle spojeny příčníky, a jsou připevněny buď k samostatnému rámu, nebo přímo k rámu stroje.

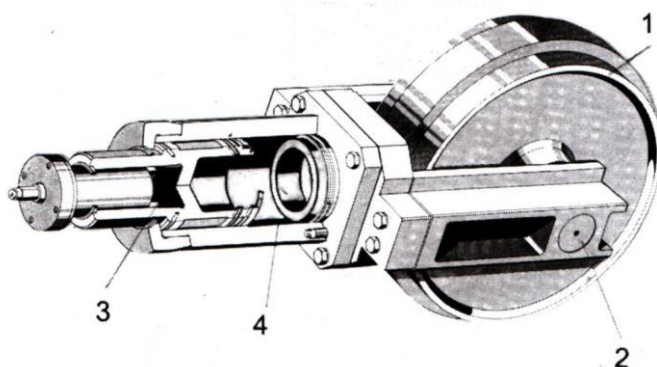
Podélný nosič pásů se skládá z nosníkového trámu, hnacího neboli turasového kola, vodícího, nebo také napínacího kola, pojezdových neboli nosných kladek dole a volitelně podpěrných kladek nahoře. Základní trám je velice masivní a tuhý, aby odolal dynamickým nárazům při pohybu a ohybu a zkrutu způsobenému hmotností stroje. [5],[44]

1.1.1 TURASOVÉ KOLO

Na turasové kolo je přenášen krouticí moment z motoru, v závislosti na konstrukci stroje mechanicky nebo hydraulicky. Kolo pak zuby po svém obvodu zabírá za čepy nebo drážky pásu a uvádí tím stroj do pohybu. Z konstrukčního hlediska na tom nezáleží, ale je výhodnější umisťovat turasové kolo dozadu. Tím je při dopředném pohybu zajištěno napínání pásu, což je výhodou především na měkkém povrchu. Zároveň je terén už uhlazený (projetý) a turasové kolo se méně znečišťuje. Vzhledem k rychlému opotřebení zubů turasového kola se u větších strojů používají ozubené segmenty nebo ozubený věnec (Obr. 1). Tyto jsou k tělesu kola připevněny pomocí šroubů a umožňují v případě potřeby výměnu ozubení bez nutnosti měnit celé kolo. Menší stroje mají turasové kolo z jednoho kusu, případná výměna je tedy kompletní, ale kolo je celkově pevnější. [5],[44]

1.1.2 VODÍCÍ KOLO

Vodící kolo na rozdíl od hnacího kola není ozubené, rychlost pásu a obvodová rychlost kola tedy nemusí být synchronní. Styk kola s pásem tím méně trpí na znečištění. Nicméně je třeba předejít slevčení pásu z kola, což je realizováno vodícím nákrůžkem. Vodící kolo bývá obvykle uloženo v posuvném vedení (Obr. 2), které slouží jednak jako tlumič nárazů, jednak jako napínací ústrojí ke správnému předpětí pásu (více viz kapitola 1.2.4). V případě uvíznutí cizího předmětu mezi články pásu nebo mezi pásem a kolem (kámen nebo větev) takové odpružení také zabraňuje vzepření a vyklouznutí pásu, jeho přepětí nebo v krajním případě roztržení. Používá se pružina nebo rozličné hydraulicko-pneumatické systémy. Ty mají výhodu v možnosti regulace předpětí, ale přidávají další konstrukční prvky, těžké a potenciálně porušované. [5],[44]



1 – vodící kolo; 2 – vidlice s ložiskem vodícího kola; 3 – tukový váleček; 4 – prostor vyplněný dusíkem

Obr. 2 Pneumatické napínací ústrojí pásu [5]



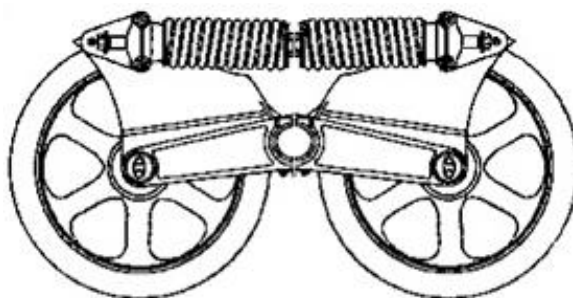
1.1.3 Kladky

Podpěrné kladky v horní části nosiče (pokud jsou použity) zabráňují přílišnému prověšení pásu. Jsou obvykle uloženy v kluzných ložiscích s dlouhotrvajícím mazáním. To je realizováno vazelínou či mazacím tukem a je dostatečné pro celou životnost kladky. U některých strojů se místo kladek používá pevné vedení (Obr. 34). [44]

Nosné kladky mohou být uloženy v podélném nosiči napevno, ale u mnoha typů strojů jsou ve vertikálním směru nějakým způsobem uvolněny. Tím je zajištěn jistý komfort při jízdě, ale především přitlačení pásu k členitému terénu a zvětšení kontaktní plochy.

Uvolnění může být realizováno:

- Upevněním dvojice kladek na vahadle, volně nebo s tlumením či odpružením (Obr. 6).
- Systémem bogie, kdy jsou kladky uchyceny na ramenech, vždy dvě ramena jsou pak odpružena proti sobě navzájem (Obr. 3).



Obr. 3 Odpružení typu bogie [6]

- Uchycením každé kladky na samostatném, nezávisle odpruženém rameni. Nejčastěji se používají torzní tyče (odpružení proti rámu stroje), nebo zkrutné pružiny (odpružení volitelně vůči rámu stroje či nosníkovému trámu) (Obr. 7).
- Pomocí listových pružin (Obr. 4).



Obr. 4 Odpružení nosných kladek nakladače Bobcat pomocí listových pružin [43]

Odpružení jakéhokoli druhu sice zajišťuje plynulejší a pohodlnější jízdu po nerovném povrchu, ale přidává další váhu k už tak značné hmotnosti stroje a také další opotřebovávané součástky. Všechny systémy odpružení navíc vyžadují hodně prostoru pro instalaci i provoz. Podélný nosič pásu tedy musí být s přihlédnutím k tomuto zvětšen. Druhou konstrukční



možností je instalace odpružení přímo do rámu stroje, typicky pro odpružení kladek na samostatných ramenech (Obr. 7). Svou rozměrnost tento způsob kompenzuje schopností zajistit největší rozsah pohybu kladky, a tím i nejhladší jízdu. V případě torzních tyčí, ať už v jedno- nebo dvojestupňovém provedení, probíhá instalace do podlahy stroje a zabírají méně vnitřního prostoru vozidla, nicméně se v podstatě v průmyslu nepoužívají, trpí na praskání a vyžadují častou údržbu. Nacházíme je ve vojenských aplikacích u většiny moderních tanků.

1.1.4 TYPY PODVOZKŮ

Rozlišujeme-li podvozky podle typů, jedná se vlastně o rozlišení různých variant podélných nosičů pásů, respektive vzájemnou polohu kol a kladek, neboť některé typy, např. (1+1) Christie (Obr. 7), nosič pásů jako takový mít nemusí.

(1+1) KLASICKÝ

Patrně nejběžnější typ pásového podvozku používaného ve stavebních a zemědělských aplikacích (Obr. 5). Pás je napnut mezi jedno vodící a jedno turasové kolo, přítlak pásu k povrchu zajišťují jednak pojezdové kladky, jednak kola samotná. Obvyklý počet podpěrných kladek jsou pak dvě nebo tři.



Obr. 5 Podvozek typu (1+1) klasický nakladače CAT 973D [27]

(1+1) ZVÝŠENÝ

Umístění vodícího a turasového kola nad úroveň pojezdových kladek je k turasovému kolu nejšetrnější z hlediska znečištění. Spolu s umístěním pojezdových kladek na vahadla (Obr. 6) zajišťuje hladkou jízdu a stálý přítlak pásu k terénu.

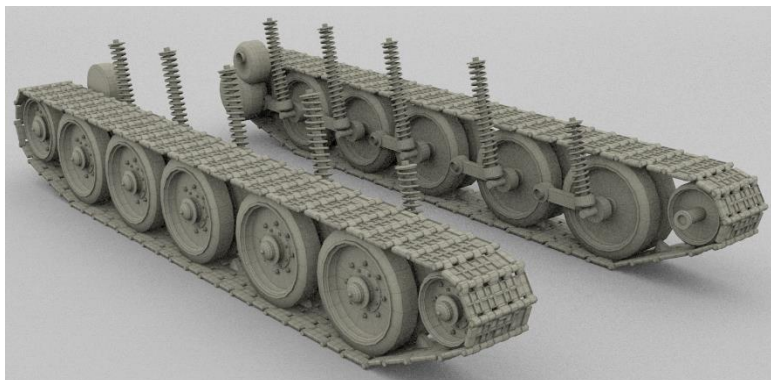
Použití odpružení u tohoto typu konstrukce přináší největší komfort při jízdě, to však na úkor tažných vlastností a stability. Při zatížení stroje nákladem také dochází k takzvanému sednutí stroje, proto se tento typ používá převážně u strojů, které nejsou určeny k manipulaci s nákladem.



Obr. 6 Podvozek (1+1) zvýšený s vahadlovým uvolněním kladek dumperu Yanmar C50R-3C [15]

(1+1) CHRISTIE

Podvozek Christie je charakterizován tím, že pojezdové kladky mají zároveň funkci nosných kladek. Objevuje se v klasické (Obr. 36) i zvýšené variantě (Obr. 7). Navržen Johnem Walterem Christiem položil základ moderního tankového podvozku, respektive pásového podvozku obecně. Původním účelem tohoto typu konstrukce bylo použitím mnoha velkých pojezdových kladek umožnit komfortní jízdu stroje se sundanými pásy, které by se nasazovali až v případě jízdy v terénu. V praxi ale použití celokovových kol nezajišťovalo příliš pohodlnou jízdu, a při použití kol, respektive kladek, s pneumatikami nebo pryžovými povlaky tyto nedokázali udržet stabilní vedení pásu při rychlé jízdě ve členitém terénu, proto se od používání tohoto systému u těžkých strojů postupně upustilo. Kvůli velikosti kladek nemělo také nezbytné odpružení dostatek prostoru pro potřebný rozsah pohybu. [7]



Obr. 7 3D model podvozku typu (1+1) Christie-zvýšený s nezávislým odpružením nosných kladek tanku T-34 [41]

(1+2) DELTA

U mnoha traktorů a dozerů se setkáme s podvozkem, kde je pás napnut mezi tři kola, dvě vodící a jedno turasové, což vytváří tvar řeckého písmena velké delta – Δ (Obr. 8). Byl vytvořen a patentován americkou firmou Caterpillar, a je používán u většiny dozerů touto firmou vyráběných. Turasové kolo je umístěno v horním vrcholu trojúhelníku a plní tak i funkci nosné kladky. Tento systém omezuje problémy způsobené přílišným prověšením pásu a omezuje znečištění turasového kola. Nevýhodou tohoto systému je výrazně kratší styková délka turasového kola a pásu, současně v záběru je tedy méně čepů (popřípadě drážek) pásu a zubů turasového kola. [44]



Obr. 8 Typ podvozku (1+1) Delta traktoru CAT D11T [13]

1.2 PÁSY

Pásky samotné jsou, jak napovídá název, hlavní a klíčovou složkou pásového podvozku. Objevují ve dvou základních variantách: článkové ocelové pásky a pryžové pásky.

1.2.1 ŘETĚZOVÝ PÁS

Základní stavební prvky článku ocelového pásu jsou odlévané nebo kované pásové desky a čepy je spojující. Jedná se o konstrukčně velice jednoduchý systém. Turasové kolo zabírá za čepy nebo přímo za desky, opatřené pro to drážkami nebo vnitřním žebrováním. Desky jsou ale v tomto případě namáhány zároveň na tah, tlak a tření v místě kontaktu s čepem. Takovéto kombinované namáhání spolu deskám nesvědčí, tyto jsou častěji poškozovány a při jejich výměně je nutné rozpojovat celý pás.

Používá se proto řetězový článkový pás (Obr. 9). Ten tvoří obvykle dvě lamely, typicky kované v zápustkách, čep a opěrná deska. Tento systém je doplněn složitějšími, ale z hlediska provozu výhodnějšími prvky. Místo čepu z plného materiálu je používán dutý hřídel se šroubovým uzávěrem, který je naplněný vazelínou nebo mazacím tukem. Emulze skrz vývrty v hřídeli proniká mezi třecí plochy lamel a hřídele. Tím je zajištěno neustálé mazání pásu, čímž se snižuje opotřebení a zvyšuje životnost pásu a jeho hladký chod. Další potřebné součástky jsou pak těsnící kroužky a distanční podložky.

Díky skládání ze samostatných článků je možné délku pásu zvyšovat nebo snižovat dle konkrétního typu stroje. K nasazení nebo případně rozpojení pásu slouží pro řetězový pás koncový článek. Ten má 2x2 dělené lamely spojené šrouby. Tyto poloviční lamely jsou opatřeny do sebe zapadajícími klíny přenášejícími tažné síly působící na pás. Demontáž pásu začíná vždy u tohoto článku (Obr. 1). [5],[44]



Obr. 9 Renovované řetězy – nové čepy, pouzdra a navařená žebra (foto RENOMAG spol. s r.o.) [11]

1.2.2 DESKY ŘETĚZOVÉHO PÁSU

Opěrné desky jsou obvykle, stejně jako lamely samotné, kovány v zápustkách, a jsou k lamelám přišroubované. To umožňuje výměnu jednotlivých desek v případě opotřebení či poškození, aniž by bylo nutné měnit celý pás. Zároveň to přináší usnadnění ve výrobě, protože ke kontaktu kol a kladek s pásem dochází pouze přes čepy a lamely. Znamená to, že pro jednu typovou řadu stroje jsou samotné lamelové pásy univerzální a podle potřeby se aplikují různé opěrné desky.

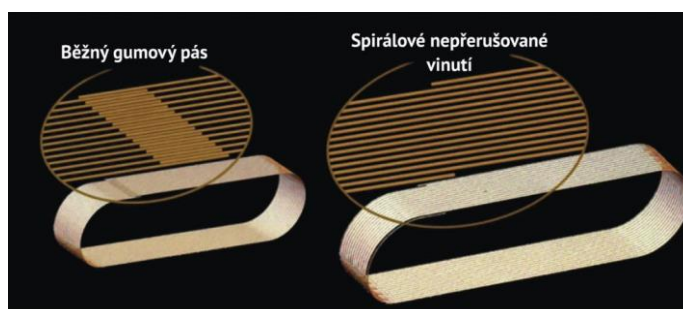
Běžně se používají čtyři druhy desek [5],[44]:

- Žebrované desky jsou používány kvůli schopnosti přenosu velkých tažných sil. Jedno-žebrované desky nacházíme u traktorů a dozerů, kde je tažení (resp. tlačení) primární funkcí stroje a požadavky na přenos tažných sil jsou vysoké. Dvou- a tří-žebrované desky se objevují u těžkých a středně těžkých strojů. Zde by použití jedno-žebrovaných desek na tvrdém povrchu, vzhledem k hmotnosti stroje, vyústilo v jejich poškození a výměna desek by byla nutná podstatně častěji. Zároveň by také došlo ke značnému poškození povrchu. V případě nevyhnutelného poškození žebér desek je možná jejich renovace nevařením nových (Obr. 9).
- Hladké desky jsou určeny pro aplikace na nezpevněném podloží, jako jsou rašeliniště, nebo na povrchy, které nechceme poškodit, např. trávníky, asfaltované plochy apod. Jejich nevýhoda jsou minimální přenášené tažné síly (Obr. 31).
- Desky s pryžovými povlaky jsou z hlediska použití nejuniverzálnější. Zajišťují dostatečnou trakci na hladkém tvrdém povrchu a zároveň jsou k němu podstatně šetrnější než žebrované desky. Povlaky mohou být k deskám pouze přišroubovány, což usnadňuje častou výměnu povlaků kvůli rychlému opotřebení (Obr. 32).
- Pryžové desky s ocelovou výztuží jsou poměrně neobvyklé. Stejně jako desky s pryžovými povlaky jsou vesměs univerzální, ale v případě opotřebení je nutná výměna celé desky, což není příliš ekonomicky výhodné.



1.2.3 PRYŽOVÝ PÁS

Pryžové pásy mají, i přes obecně horší trakční schopnosti, díky nižší hmotnosti a poddajnosti uplatnění na nezpevněných površích. Nejsou vyrobeny pouze z pryže, protože životnost takového pásu by byla minimální a pás tedy dlouhodobě nepoužitelný. Podélně jsou vyztuženy ocelovými lany, příčně mohou být doplněny ocelovými podpěrami pro oporu pojezdových kladek a záběr turasového kola. Ocelová lana jsou buď spojována, nebo může být celá výztuž tvořena pouze jedním lanem navinutým do spirály (Obr. 10).



Obr. 10 Běžná výztuž vs. spirálové nepřerušované vinutí [11]

Kromě klasického ozubeného kola (Obr. 15) je přenos síly z pohonné jednotky na pás možný také pomocí kola s pozitivním profilem. Jedná se v podstatě o opačný princip, kdy do drážek kola zapadá vnitřní ozubení pásu (Obr. 16). Poslední možností je přenos sil třením, typicky u forwarderů s podvozkem (1+1) Christie (Obr. 36).

Ze všech typů pásů jsou díky materiálu a relativně nízké hmotnosti nejšetrnější k povrchu, ale špatně snášejí jízdu přes ostré hrany a rychle se opotřebovávají. Také jsou tím více namáhány, čím je těžší stroj. Nehodí se proto pro stroje těžší než deset tun a jízdu rychlejší než deset kilometrů za hodinu.

1.2.4 PRŮVIS

Ať už se jedná o pryžový nebo článkový pás musí, být zajištěno správně předepnutí, respektive průvis, pásu. Ten je upravován koncovým článkem (pouze v případě článkových pásů) a/nebo napínacím ústrojím. Pás není nikdy úplně napnut, aby nebyl přepínán v případě znečištění kol a kladek, přílišný průvis ale nechává příliš prostoru pro vniknutí cizího tělesa mezi pás a kola. Průvis se měří mezi vodícím nebo turasovým kolem a nejbližší podpěrnou kladkou, v případě podvozku typu delta mezi předním vodícím a turasovým kolem. Hodnoty se pohybují mezi třiceti (pro měkké podloží) a padesáti (pro tvrdé podloží) milimetry. [5],[44]

1.3 RÁM

Rám pásového podvozku, zjednodušeně řečeno, drží celý podvozek pohromadě. Může zároveň sloužit i jako nosič pohonné jednotky, pokud tato není součástí podélného nosiče pásu.

1.3.1 SAMOSTATNÉ RÁMY

V případě strojů pracujících z jednoho místa je pohyb prováděn rotací těla stroje na kruhové přírubě, zatímco podvozek zůstává nehybný, čímž je opět zvýšena celková stabilita stroje. Podvozek tedy musí mít svůj vlastní, oddělený rám, ke kterému jsou připojeny nosiče pásů.



Jsou tři základní typy takovýchto ráků [5],[44]:

- Nedělené – skládají se ze středního mostu a kruhové příruby s ložiskem. Ke střednímu mostu jsou pevně přivařeny podélné nosiče pásů a dohromady tvoří velmi masivní a pevnou skříň. Ta je velmi odolná vůči zkrutu a ohybu a používá se pro stroje pracující s velkou zátěží (Obr. 11)



Obr. 11 Nedělený rám rypadla [4]

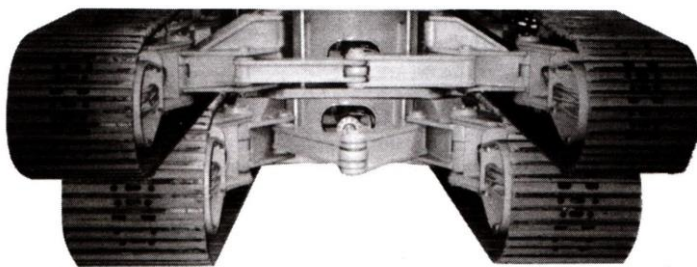
- Dělené s pevným rozchodem – podélné nosiče pásů jsou k rámu pouze přišroubovány, což umožňuje v případě potřeby výměnu za delší, respektive kratší. Jedná se o takzvané mechanické přestavění, které zvyšuje univerzalitu stroje.

Mohou být ještě doplněny systémem uvolňujícím nosiče pásů. Ty jsou uvolněny buď kyvně, nebo kompletně ve vertikálním směru. Taková konstrukce umožňuje stroji udržovat rovinu pohybu i na nerovném terénu (Obr. 12).



Obr. 12 Kyvný rám podvozku forwarderu Elliator E 135 SR XXLc [17]

- Dělené s proměnným rozchodem – nosiče pásů jsou upevněny na ramenech, které umožňují rozšíření podvozku za účelem zvýšení stability, nebo naopak zúžení kvůli usnadnění přepravy. Pohyb ramen je iniciován hydraulicky po odlehčení pásů. To je zajištěno pracovním nástrojem stroje (radlice, rameno apod.) nebo externě. V zásadě se podvozek takto rozširuje buď posuvnými příčnicí, nebo rozevíratelnými příčnicí uloženými v kloubech (Obr. 14).



Obr. 14 Hydraulické rozšiřování rozchodu podvozku [5]

Různé druhy harvestorů používají kromě výše zmíněných druhů rámu také rám s klopnou kruhovou přírubou. To umožňuje udržet rovinu stroje i při jízdě ve svahu (Obr. 13).



Obr. 13 Podvozek s klopnou kruhovou přírubou harvestoru CAT 522B [19]

1.3.2 RÁM SOUČÁSTÍ RÁMU STROJE

V případě strojů nebo aplikací vyžadujících pohyb pro práci jsou podélné nosiče pásů připevněny (přivařeny nebo přišroubovány) přímo k rámu stroje, nebo jsou vlastní součástí rámu. Hmotnost takového stroje je díky absenci dalšího rámu podstatně nižší. Toto řešení používá většina pásových nakladačů, dozerů a dumperů (Obr. 15).



Obr. 15 Malý pásový nakladač CAT 299D XHP s rámem společným pro stroj i podvozek, a ozubeným hnacím kolem [26]

1.3.3 PÁSOVÉ JEDNOTKY

Poslední obvyklou konstrukční možností je nahrazení kolového podvozku za pásový bez výrazné změny konstrukce stroje. V tomto případě buď nasazujeme nosič pásů na bok stroje a upevňujeme místo kolového podvozku, nebo skupinu kol nahrazujeme vlastním nosičem pásů. S tímto systémem se setkáváme převážně u strojů pro lesní aplikace. Nasazení pásového podvozku velmi výrazně zvyšuje stoupavost a průchodnost stroje a jeho stabilitu. Snížení měrného tlaku je vykoupeno výrazným nárůstem hmotnosti (Obr. 16).



Obr. 16 Pásové jednotky typu (1+2) Delta s hnacím kolem s pozitivním profilem na traktoru CASE Steiger 580 Quadtrac s kloubovým řízením [40]

1.4 LEGISLATIVA

Vzhledem k běžné rychlosti pohybu pracovních strojů s pásovými podvozky (do 20 km/h) je přeprava těchto strojů po silničních komunikacích jinak než na valníku velmi nepraktická a neekonomická. Dle zákona 13/1997 Sb. je pro stroje s ocelovými deskami obecně zakázáno pohybovat se po silniční komunikaci bez zvláštního povolení. Jízda stroje s pryžovými pásy je teoreticky možná, pokud maximální rychlost vozidla přesahuje minimální povolenou rychlost na konkrétní komunikaci.

§ 19 Obecné užívání

„(2) Dálnice, silnice a místní komunikace, jejich součásti a příslušenství je zakázáno znečišťovat nebo poškozovat. Na dálnicích, silnicích a místních komunikacích je dále zakázáno

b) používat pásová a jiná vozidla, jejichž kola nejsou opatřena pneumatikami nebo gumovými obručemi, nebo používat jiné stroje a zařízení, které mohou způsobit poškození komunikace; výjimečně lze povolit jako zvláštní užívání (§ 25) použití silnice nebo místní komunikace pásovými vozidly Armády České republiky nebo historickými vozidly,“

§ 25 Zvláštní užívání

„(6) Zvláštním užíváním dálnice, silnice a místní komunikace je

f) výjimečné užití silnice nebo místní komunikace pásovými vozidly Armády České republiky nebo historickými vozidly, jejichž kola nejsou opatřena pneumatikami nebo gumovými obručemi,

g) výjimečné užití místní komunikace a silnice samojízdnými pracovními stroji a přípojnými vozidly traktorů, které nemají schválenou technickou způsobilost podle zvláštního právního předpisu.13a)“ [2]



2 STAVEBNÍ A MANIPULAČNÍ TECHNIKA

Ve stavebním průmyslu se dá využití pásových podvozků rozdělit podle způsobu práce na stroje pracující při pohybu a na stroje pracující z místa. Tyto stroje se vyskytují v nesčetných variacích podle požadavků na velikost, funkci, výkon a oblast užití, nicméně konstrukce pásových podvozků samotných zůstává velice podobná. Základním požadavkem na tyto stroje je vysoká stabilita, průchodnost a manévrovatelnost, neboť často pracují v husté zástavbě s omezeným prostorem k pohybu, na neupraveném terénu a s velkým zatížením.

Následující rozdělení slouží k představě o škále typů těchto strojů, přičemž jsou uvedeny (stejně jako dále v kapitole 3) jejich základní specifikace a parametry jejich podvozků.

Kromě výrobce, typu stroje a jeho podvozku jsou uvedeny také následující parametry:

Provozní hmotnost stroje m_p [kg]

Pojezdová rychlost stroje v_p [km·h⁻¹]

Počet nosných kladek na každém nosiči a způsob jejich uložení n_u [-]

Počet podpěrných kladek na každém nosiči p [-]

Šířka pásu s [mm]

Délka pásu v kontaktu se zemí d [mm]

Celková délka pryžového pásu l_p [mm]

Celková délka řetězového pásu vyjádřená počtem článků l_r [-]

Měrný tlak vytvářený na půdu p_m [kPa]

Některé parametry občas výrobci neuvádí, hodnoty jsou nahrazeny zkratkou N/A z anglického *not available*, tedy nedostupný.

2.1 MALÉ NAKLADAČE



Obr. 17 Malý pásový nakladač JCB 150T [8]



Smykem řízené pásové nakladače jsou malé stroje určené k práci ve stísněných podmínkách, kde není možné použít velký nakladač (Obr. 17). Jsou (stejně jako naprostá většina strojů na pásovém podvozku) řízeny smykem, což podvozku příliš nesvědčí a jejich pracovní zatížení je proto poměrně malé, obvykle 0,5 až 2 tuny. Hmotnost samotných strojů je pak 2 až 5 tun. Cestovní rychlost do 15 km/h (Tab. 1).

Tab. 1 Technické parametry malých pásových nakladačů [26],[28]

Výrobce	JCB	CAT
Typ stroje	150T	299D XHP
m_p (kg)	3 652	5 283
v_p (km·h ⁻¹)	12,6	13,6
Typ podvozku	(1+2) Delta	(1+2) Delta
n_u (-)	4, pevné	5, pevné
p (-)	0	0
s (mm)	320	400
d (mm)	1 200	1 767
l_p (mm)	N/A	N/A
p_m (kPa)	46	36,8

2.2 DOZERY

Platforma dozerů je velice rozšířená. Používá se vesměs u strojů pracujících za pohybu nebo u těch, kde je pohyb nedílnou součástí pracovní činnosti. Jedná se o klasickou traktorovou konstrukci, která přináší stabilitu, robustnost a jistou kompaktnost v porovnání k hmotnosti.

2.2.1 TRAKTORY



Obr. 18 Traktor CASE 1150M [12]

Traktory jsou stroje určeny k přesunu nákladu tahem nebo tlakem (Obr. 18). Jsou tu kladeny největší požadavky na tažné síly stroje, respektive jejich přenos podvozkiem na terén. Používají se proto řetězové pásy s jedno- nebo dvoužebrovanými deskami. Pro použití ve stavebních aplikacích se hmotnostní rozmezí pohybuje řádově od desíti do sta tun (Tab. 2). Práci pro nižší



hmotnostní třídu mohou zastat i rypadla vybavena dozerovou radlicí, větší stroje pak nedosahují dostatečně výhodného poměru mezi výkonem, hmotností, a časem a energiemi nutnými na provoz a údržbu.

2.2.2 TURBONAKLADAČE



Obr. 19 Turbonakladač CAT PL87 [37]

Někdy také Pipelayers slouží převážně k pokládání kabelů a potrubí (Obr. 19). Mají obrovskou nosnost (až 200 % vlastní váhy [37]). Aby nedošlo k bočnímu překlopení, jsou vybaveny protizávažími, která jsou obvykle připevněna k nosiči pásu, což vytváří větší moment působící proti tíze nákladu.

Tab. 2 Technické údaje traktorů a turbonakladače na platformě dozeru [12],[13],[37]

Výrobce	CASE	CAT	CAT
Typ stroje	1150 M LT / WT / LGP	D11T / D11T CD	PL87
m_p (kg)	14 122 / 14 549 / 14 804	104 257 / 112 698	97 976
v_p (km·h ⁻¹)	9	11,8	10,6
Typ podvozku	(1+1) klasický	(1+2) Delta	(1+2) Delta
n_u (-)	7, pevné	8, bogie	9, pevné
p (-)	2	1	1
s (mm)	559 / 660 / 762	710 / 915	864
d (mm)	2 590	4 444	3 715
l_r (-)	43	41	48
p_m (kPa)	43,2 / 36,3 / 31,4	162,3 / 136,5	84,68



2.2.3 NAKLADAČE



Obr. 20 Nakladač Liebherr LR 624 Litronic [29]

Na rozdíl od traktorů, nakladače jsou vybaveny, pracovním ramenem a nástrojem, k přesunu materiálu nejen v horizontálním, ale i vertikálním směru. Jejich těžiště je vůči podvozku posunuto dozadu, což pomáhá udržet stabilitu s těžkým nákladem a v krajním případě zabráňuje překlacení (Obr. 20).

Tab. 3 Technické údaje nakladačů na platformě dozeru [27],[29]

Výrobce	Liebherr	CAT
Typ stroje	LR624 Litronic	973D
m_p (kg)	16 894	28 058
v_p (km·h ⁻¹)	10	11
Typ podvozku	(1+1) klasický	(1+1) klasický
n_u (-)	6, pevné	7, pevné
p (-)	1	2
s (mm)	508	550
d (mm)	2 483	2 930
l_r (-)	39	40
p_m (kPa)	65,7	85,5

2.3 DUMPERY



Obr. 21 Dumper Morooka MST-2200VD [14]



Dumpéry jsou stroje používané k převozu materiálu, nevyžadují ani přenos extrémních tažných sil (jako dozery), ani stoprocentní stabilitu (jako rypadla). Naproti tomu často přepravují náklad na delší vzdálenosti, takže je žádoucí zpohodlnit jízdu, typicky umístěním nosných kladek na vahadla. Použití pásových podvozků samotných má smysl v případě pohybu na nezpevněném, choulostivém povrchu nebo vysoce členitěm (Obr. 21).

Tab. 4 Technické údaje dumperů [14],[15]

Výrobce	Yanmar	Morooka
Typ stroje	C50R-3C	MST-2200VD
m_p (kg)	5 535	13 500
v_p (km·h⁻¹)	10	11
Typ podvozku	(1+1) zvýšený	(1+1) zvýšený
n_u (-)	8, vahadla	8, vahadla
p (-)	1	2
s (mm)	450	750
d (mm)	3 075	4 091
l_p (mm)	N/A	N/A
p_m (kPa)	19,6	21,6

2.4 RYPADLA

Existuje nepřeberné množství strojů založených na platformě rypadla. Hlavním důvodem je univerzálnost konstrukce – podvozek se samostatným rámem s kruhovou přírubou a na něm usazený stroj. Na něj je možné namontovat kloubové nebo pevné rameno a vesměs libovolný nástroj.

2.4.1 MALÁ RYPADLA

MIKRORYPADLA



Obr. 22 Mikrorypadlo Yanmar SV05-B [24]



Vhodná pro práce v budovách. S hmotností do jedné tuny a šířkou nepřesahující běžné dveře je možné dostat je bez problémů do vnitřních prostor, popřípadě i do výtahu a vyvézt je do vyšších pater (Obr. 22).

MINIRYPADLA



Obr. 23 Minirypadlo New Holland E35BSR [25]

Hodí se k pracím kolem budov a obecně kdekoli v městské zástavbě. Protože obvykle mají takzvaný ultra krátký rádius, neboli nulový přesah zádě, což znamená, že kabina při otáčení nepřesáhne šířku podvozku, mají v podstatě neomezený rozsah pohybu kdekoli, kam jsou schopna vjet [25]. V naprosté většině případů je podvozek vybaven dozerovou radlicí za účelem zvýšení stability a umožnění dalších pracovních činností (Obr. 23).

Tab. 5 Technické údaje malých rypadel [24],[25]

Výrobce	Yanmar	New Holland
Typ stroje	SV05-B	E35BSR
m_p (kg)	690	3 500
v_p (km·h ⁻¹)	2	4,5
Typ podvozku	(1+1) klasický	(1+1) klasický
n_u (-)	2, pevné	5, pevné
p (-)	0	1
s (mm)	150	300
d (mm)	852	1 540
l_p (mm)	N/A	N/A
p_m (kPa)	26,5	37,2

2.4.2 STŘEDNÍ RYPADLA

MIDIRYPADLA

Jedná se spíše o nižší hmotnostní třídu rypadel (obvykle 5–13 tun), často sjednocovanou s jinými třídami. Rypadlo Yanmar Sigma (Obr. 25) je poměrně ojedinělé svým mnohakloubovým ramenem schopným natáčení do všech směrů a tím doslova pracovat za roh [23].



Obr. 25 Midirypadlo Yanmar Sigma B7-5B [23]

RYPADLA



Obr. 24 Rypadlo Volvo EC380E [34]

Tato hmotnostní třída nemá žádné specifické označení (midi- apod.). Jedná se o nejrozšířenější a nejuniverzálnější třídu rypadel. Hmotnostní rozmezí 13–50 tun je dostačující pro naprostou většinu aplikací (Obr. 24).

2.4.3 TĚŽKÁ RYPADLA



Obr. 26 Těžké rypadlo CAT 390F L [32]



S hmotností až sto tun jsou těžká rypadla určena do nejtěžších provozů s největší zátěží (Obr. 26).

Tab. 6 Technické údaje středních a těžkých rypadel [23],[32],[34]

Výrobce	Yanmar	Volvo	CAT
Typ stroje	Sigma B7-5B	EC380E	390F L
m_p (kg)	8 030	38 865 - 40 858 ¹	92 020
v_p (km·h ⁻¹)	4,7	5,3	4,5
Typ podvozku	(1+1) klasický	(1+1) klasický	(1+1) klasický
n_u (-)	5, pevné	9, pevné	9, pevné
p (-)	1	2	3
s (mm)	450	600 / 700 / 800 / 900	900
d (mm)	2 500	4 240	5 120
l_p (mm) / l_r (-)	N/A (mm)	50 (-)	51 (-)
p_m (kPa)	34,91	48,9 - 72,4 ¹	90,3

¹Hodnota závislá na délce ramene a šířce pásových desek, jsou uvedeny limitní hodnoty

2.4.4 SPECIÁLNÍ RYPADLA

Často se jedná, obzvláště v případě demoličních a manipulačních rypadel, o klasická rypadla pouze osazena speciálním pracovním nástrojem. Samozřejmě je možnost vlastní konstrukce.

DEMOLIČNÍ RYPADLA



Obr. 27 Demoliční rypadlo Komatsu PC450 [3]

Teoreticky každé rypadlo může sloužit k demolicím, obvykle mají ale delší dosah, respektive jsou vybavena delším ramenem, např. rypadlo Komatsu PC450 (Obr. 27) nebo Volvo EC380E (Tab. 6).

DŮLNÍ RYPADLA

Pro práci v podzemí jsou vybavena podstatně robustnější konstrukcí, než mají klasická rypadla. Také mají obvykle obrácenou lopatu, protože musí být schopna odebírat materiál z celého profilu tunelu, který tvoří půlkruh (Obr. 29).



Obr. 29 Důlní rypadlo CAT 6060 [9]

PRO MANIPULACI S MATERIÁLEM



Obr. 28 Manipulační rypadlo CAT 330D MH WH [31]

Kromě specifického nástroje mohou mít tyto speciálně upravenou kabinu, která se může zvednout a umožnit operátorovi lepší rozhled (Obr. 28).

Tab. 7 Technické údaje demoličního, důlního a manipulačního rypadla [9],[31],[33]

Výrobce	Komatsu	CAT	CAT
Typ stroje	PC450HRD-8	6060	330D MH WH
m_p (kg)	58 690	570 300	38 093
v_p (km·h ⁻¹)	5,5	2	5
Typ podvozku	(1+1) klasický	(1+1) klasický	(1+1) klasický
n_u (-)	8, pevné	7, pevné	9, pevné
p (-)	2	2 + pevné vedení	3
s (mm)	600	1 400	800
d (mm)	4 350	7 830	4 040
l_r (-)	49	42	49
p_m (kPa)	108,9	255,1	57,8



TURBONAKLADAČE



Obr. 30 Turbonakladač Volvo PL3005D [38]

Ekvivalent dozerových turbonakladačů postavený na platformě rypadla. Díky rotaci stroje jsou schopny přebírat pokládaný materiál z kteréhokoli směru (Obr. 30).

JEŘÁBY



Obr. 31 Jeřáb Hitachi 6000 SLX [1]

Mobilní jeřáby nalézají uplatnění v lokalitách, kde se mění místa vykládky, např. v docích. Kvůli stabilitě jsou vybaveny podvozkiem se širokým rozvorem i rozchodem a hladkými deskami. Ty také zabráňují poškození přistavní plochy. Dostatečnou trakci mezi deskami a povrchem zajišťuje samotná hmotnost stroje, která činí v případě jeřábu Hitachi 6000SLX (Obr. 31) 400–450 tun (Tab. 8).



Tab. 8 Technické údaje turbonakladače a jeřábu na platformě rypadla [22],[38]

Výrobce	Volvo	Hitachi
Typ stroje	PL3005D	6000SLX Lift Crane HD / Luffing Tower
m_p (kg)	35 110 / 35 765 / 35 880	396 000 / 446 000
v_p (km·h⁻¹)	5,9	1,5
Typ podvozku	(1+1) klasický	(1+1) klasický
n_u (-)	8, pevné	N/A, pevné
p (-)	2	N/A + pevné vedení
s (mm)	600 / 750 / 800	1 524
d (mm)	3 970	10 100
l_r (-)	50	72
p_m (kPa)	65,2 / 53,2 / 50,3	126 / 142

2.5 SILNIČNÍ TECHNIKA

Stroje pro úpravu cest používající pásový podvozek lze v zásadě rozdělit na stroje asfalt pokládající (finišery) a odstraňující (frézy).

2.5.1 FRÉZY

Použití pásových podvozků u fréz je dán charakterem pracovní činnosti – frézování asfaltu způsobuje vibrace, které by kola s pneumatikami nebyla schopna absorbovat, a byla by porušena rovina frézování.



Obr. 32 Fréza CAT PM620 s deskami s přišroubovanými pryžovými povlaky [18]

Čtyři nezávislé pásové jednotky na otočných stojkách navíc umožňují jednak otočení stroje na vnitřním poloměru (Obr. 32), což šetří desky pásů (s přišroubovanými pryžovými povlaky), podklad a prostor, jednak udržení roviny pojezdu, kdy přední jednotky jedou po původním, zatímco zadní po již frézovaném podkladu.

2.5.2 FINIŠERY



Obr. 33 Finišer Volvo P4820D ABG [16]

Slouží k pokládání asfaltu na již připravený (válcovaný) podklad, který je třeba nepoškodit, proto se jako u fréz používají pásové desky s pogumovanými deskami (Obr. 33).

Tab. 9 Technické údaje frézy a finišeru [16],[18]

Výrobce	CAT	Volvo
Typ stroje	PM620	P4820D ABG
m_p (kg)	33 330	12 470
v_p (km·h ⁻¹)	5,9	3,6
Typ podvozku	4 x (1+1) klasický	(1+1) klasický
n_u (-)	4 ² , pevné	9, pevné
p (-)	0	N/A
s (mm)	N/A	300
d (mm)	N/A ²	2 850
l_r (-)	24	53
p_m (kPa)	N/A	71,5

²Jedna pásová jednotka



3 LESNÍ A ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

V lesnických a zemědělských aplikacích se pásové podvozky používají ze stejných důvodů jako v aplikacích stavebních – vysoká stabilita a průchodnost. Podstatně vyšší požadavky jsou tu ale kladeny také na tlak vyvíjený na povrch a jeho celkové poškození.

3.1 LESNÍ TECHNIKA

Kromě stability jsou pásové podvozky voleny s ohledem na šetrnost k podloží, konkrétně poškození kořenů stromů. Podstatně častěji se tu setkáváme s pryžovými pásy, především u forwarderů. Harvestory naopak musí udržet stabilitu při manipulaci s kmeny stromů, k čemuž jsou řetězové pásy podstatně vhodnější (Obr. 34).



Obr. 34 Detail podvozku harvestoru Komatsu XT460L-3 s pevným vedením řetězového pásu [21]

3.1.1 HARVESTORY



Obr. 35 Harvester John Deere 909MH [20]

Harvestory jsou stroje doslova „sklízecí“ dřevo (Obr. 35). Jejich úkolem je pohyb po lese, kácení a při použití patřičného nástroje základní opracování stromů, tzn. odstranění větví.



Tab. 10 Technické údaje harvestorů [19],[20],[21]

Výrobce	CAT	Komatsu	John Deere
Typ stroje	522B	XT460L-3	909MH
m_p (kg)	31 993	33 710	36 490
v_p (km·h ⁻¹)	N/A	5,3	4,2
Typ podvozku	(1+1) klasický	(1+1) klasický	(1+1) klasický
n_u (-)	9, pevné	8, pevné	10, pevné
p (-)	2	pevné vedení	2
s (mm)	610	600 / 700	610 / 711
d (mm)	4 855	3 665	3 810
l_r (-)	N/A	43	47
p_m (kPa)	53,9	75,2 / 64,5	70 / 60,9

3.1.2 FORWARDERY



Obr. 36 Forwarder „Železný kůň“ Kapsen 18 s podvozkem (1+1) Christie s přenosem sil třením [39]

Forwardery neboli lesní traktory slouží k vyvážení nebo vytahování kmenů z lesa (Obr. 36). Nejenže se musí pohybovat po lese se zátěží, ale také se musí dopravit na místo určení a zpět, obvykle po běžné silniční komunikaci. U těchto strojů se proto, vesměs jako u jediných, setkáváme s podvozkem typu (1+1) Christie. Pás samotný tvoří obvykle dvě pryžové pásoviny s přišroubovanými příčníky s žebrováním z vnější a vedením kol z vnitřní strany (Obr. 37).



Obr. 37 Forwarder Terri 3020 [42]



Tab. 11 Technické údaje forwarderů [17],[39],[42]

Výrobce	Elliator	Kapsen	Terri	
Typ stroje	E135B SR XXLc	„Železný kůň“	3020	
m_p (kg)	23 980	1 000	1 970	
v_p (km·h⁻¹)	5,3	6	N/A	
Typ podvozku	(1+1) zvýšený	(1+1) Christie klasický	(1+1) Christie zvýšený asymetrický	
n_u (-)	17, pevné	1, nezávislé	3 ³ , nezávislé	2 ⁴ , vahadlo
p (-)	4			
s (mm)	1 000	400	480 ³	380 ⁴
d (mm)	6 460	N/A	N/A ³	N/A ⁴
lr (-) / lp (mm)	92 (-)	N/A (mm)	N/A ³ (mm)	N/A ⁴ (mm)
p_m (kPa)	18,2	N/A	7,8 ²	26,5 ⁵

³ Přední náprava⁴ Zadní náprava⁵ Zadní náprava s nákladem 2 tuny

3.2 ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Výhoda použití pásových podvozků v zemědělství je sporná. Jako vždy poskytují podstatně menší měrný tlak na půdu než kolové podvozky, nicméně právě v zemědělství je, vzhledem k hustotě osívání, kladen obvykle větší důraz na malou stykovou plochu.

3.2.1 TRAKTORY



Obr. 38 Traktor Lamborghini CV.80 C [36]

Pásové (jako i kolové) traktory jsou v zemědělství používány jako tažné stroje. Na rozdíl od stavebních aplikací je zde důležité zachování podkladu (tedy ornice), a proto je hmotnostní rozsah zemědělských traktorů nižší, přibližně do šedesáti tun (Tab. 12). Z důvodu zachování stability i při tažení těžkého nákladu mají těžiště umístěné vpředu, stejně jako stavební traktory.



Obr. 39 Traktor Challenger M875E s asymetrickým (1+1) podvozkem [35]

Rozmanitost podvozků je zde vysoká, pro každý úkol je možné vybrat ten správný stroj.

Traktory Lamborghini (Obr. 38) používají klasický (1+1) typ podvozku s řetězovými pásy, které přenášejí dostatečné síly i přes nízkou hmotnost stroje.

Traktor Challenger (Obr. 39) má asymetrický (1+1) podvozek, díky čemuž je schopen vyvinout větší sílu v tahu.

Traktor CASE Steiger 580 Quadtrac (Obr. 16) je vybaven čtyřmi pásovými (1+2) Delta jednotkami, které dále zvyšují jeho stabilitu. Také díky tomu může být vybaven kloubovým řízením (přední náprava je vůči zadní otočná), což výrazně omezuje rozrývání ornice při zatáčení.

Tab. 12 Technické údaje zemědělských traktorů [35],[36],[40]

Výrobce	Lamborghini	CASE	Challenger
Typ stroje	CV.80 C	Steiger 580 Quadtrack	M875E
m_p (kg)	3 160	29 030	55 913
v_p (km·h ⁻¹)	1,57	40	39,6
Typ podvozku	(1+1) klasický	4 x (1+2) delta	(1+1) asymetrický
n_u (-)	4, pevné	3 ⁶ , pevné	4, vahadla
p (-)	1	0	0
s (mm)	280	726 / 914	457 / 698,5 / 762 / 914
d (mm)	1 295	1 956 ⁶	N/A
l_r (-) / l_p (mm)	36 (-)	N/A (mm)	N/A (mm)
p_m (kPa)	42,7	50,1 / 39,8	N/A

⁶Jedna pásová jednotka



ZÁVĚR

Pásové podvozky mají a vždy budou mít své místo jak ve stavebním, tak i zemědělském a lesnickém průmyslu. Poskytují stabilitu srovnatelnou se stroji s pevnou instalací, a manévrovatelností a průchodností předčí kolové podvozky, ačkoli ty jsou podstatně lehčí, vydrží v provozu delší dobu se stejnou mírou údržby, a stroje jimi vybavené jsou po celkové stránce mobilnější.

Bakalářská práce v druhé a třetí části ukazuje, že základní konstrukční koncepce pásových podvozků jsou vesměs univerzální. Liší se samozřejmě ve velikosti a použitých materiálech, nicméně princip konstrukce zůstává stejný, tak jako výhody pásových podvozků, a tedy i důvody jejich použití.



POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] 6000SLX. Hitachi Construction Machinery: Europe [online]. 2016 [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.hcme.com/en/Machinery/Cranes/6000SLX>
- [2] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 13/1997 sb. ze dne 23.1.1997 o pozemních komunikacích. In: Sbírka zákonů České republiky. 1997, ročník 2016, 13/1997. Dostupné také z: http://www.mdcz.cz/cs/Legislativa/Legislativa/Legislativa_CR_silnicni/Pozemni_komunikace/Pozemni_komunikace.htm
- [3] Demoliční rýpadla. Kuhn: gruppe [online]. [cit. 2016-05-22]. Dostupné z: <http://www.kuhn-mt.cz/cz-cz/mainmenu/produkty/stavebni-stroje/komatsu.html>
- [4] Excavator and mobile crane complete undercarriages. ITm: ENGINEERED FOR SUCCESS [online]. 2016 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.group-itm.com/en/products/complete-undercarriage/excavator-and-mobile-crane-complete-undercarriages>
- [5] FRIES, Jiří, doc. Ing., Ph.D. Zemní stroje [online]. I. vydání. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2010 [cit. 2016-05-04]. ISBN 978-80-248-2567-0. Dostupné z: http://www.person.vsb.cz/archivcd/FS/ZS/TEXT/Zemni_stroje_340-0333_www.pdf
- [6] How does the suspension system of a tank work? In: Quora: The best answer to any question [online]. 2015 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <https://www.quora.com/How-does-the-suspension-system-of-a-tank-work>
- [7] J. Walter Christie. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2016 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/J._Walter_Christie
- [8] JCB 150T. In: Manitec: Trade s.r.o. [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.manitec.cz/zemedelska-technika/smykem-rizene-nakladace/pasove-smykem-rizene-nakladace/jcb-150t.htm>
- [9] New hydraulic mining shovels: 6060/6060 FS. CAT [online]. 2016 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: http://www.cat.com/en_GB/products/new/equipment/hydraulic-mining-shovels/hydraulic-mining-shovels/18313392.html
- [10] Odpružení typu bogie. In: Horstman [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: http://www.horstman.co.uk/cms_media/images/his_03.jpg
- [11] Pásky pro malou stavební techniku. Stavební technika [online]. 2014 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://stavebni-technika.cz/clanky/pasy-pro-malou-stavebni-techniku>
- [12] Produktový list dozerů CASE 1050M-2050M. In: EVROPS a.s. [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.evrops.cz/katalog-case/dozery>



- [13] Produktový list dozeru CAT D11T. In: ZEPPELIN CAT [online]. 2013 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://zeppelin.cz/cs/site/stroje-caterpillar/cat-detail-produktu.htm?idCategory=13067483>
- [14] Produktový list dumperu Morooka MST 2200 VD. In: NTD: National tracked dumper hire ltd [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.ntdh.co.uk/morooka-mst-twentytwo-hundred-vd.php>
- [15] Produktový list dumperu Yanmar C50R. In: Evrops a.s. [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.evrops.cz/katalog-yanmar/pasove-dumpery>
- [16] Produktový list finišeru Volvo P4820D ABG. In: Ascendum: Stavební stroje Czech s.r.o. [online]. 2008 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.volvoce.com/dealers/cs-cz/Volvo/products/pavers/AbgTracked/P4820D/Pages/featuresandbenefits.aspx>
- [17] Produktový list forwarderu Elliator E 135B SR XXLc. In: Elliator: Revolution in Forwarding [online]. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.elliator.com/pdf/ElliatorWeb.pdf>
- [18] Produktový list frézy CAT PM620. In: ZEPPELIN CAT [online]. 2016 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/silnicni-stroje/frezy-cat/silnicni-frezy/caterpillar-pm620>
- [19] Produktový list harvestoru CAT 522B. In: S7D2 [online]. 2013 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <https://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C833237>
- [20] Produktový list harvestoru John Deere 909MH. In: HITACHI [online]. 2015 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://hitachicm.com.au/products/harvesters/909mh>
- [21] Produktový list harvestoru Komatsu XT460L-3. In: Komatsu [online]. 2014 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.komatsuforest.us/default.aspx?id=130672&mode=gallery&rootID=29950&productId=130036>
- [22] Produktový list jeřábu Hitachi 6000SLX. In: Hitachi Construction Machinery: Europe [online]. 2016 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.hcme.com/en/Machinery/Cranes/6000SLX>
- [23] Produktový list midirypadla Yanmar Sigma B7. In: Evrops a.s. [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.evrops.cz/katalog-yanmar/rypadlo-sigma>
- [24] Produktový list mikrorypadla Yanmar SV05. In: Evrops a.s. [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.evrops.cz/katalog-yanmar/mikrorypadla-do-1t>
- [25] Produktový list minirypadla New Holland E35BSR. In: Evrops a.s. [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.evrops.cz/katalog-newholland/pasova-minirypadla>



- [26] Produktový list nakladače CAT 299D XHP. In: ZEPPELIN CAT [online]. 2012 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/nakladace/smykem-rizene-nakladace/smykem-rizene-nakladace-pasove/caterpillar-299d-xhp>
- [27] Produktový list nakladače CAT 973D. In: ZEPPELIN CAT [online]. 2010 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/nakladace/pasove-nakladace/nakladace-15-az-27-tun/caterpillar-973d>
- [28] Produktový list nakladače JCB 150T POWER BOOM. In: TERRA [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.terramet.cz/kompaktni-pasove-nakladace/kompaktni-pasove-nakladace/jcb-150t-power-boom-jmenovita-nosnost-681-kg>
- [29] Produktový list nakladače Liebherr LR 624 Litronic. In: LIEBHERR [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.liebherr.com/en/deu/products/construction-machines/earthmoving/crawler-loaders/details/69836.html>
- [30] Produktový list rypadla CASE CX130C. In: Evrops a.s. [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.evrops.cz/katalog-case/pasova-rypadla>
- [31] Produktový list rypadla CAT 330D MH WH. In: S7D2 [online]. 2008 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://s7d2.scene7.com/is/content/Caterpillar/C10011587>
- [32] Produktový list rypadla CAT 390F L. In: ZEPPELIN CAT [online]. 2014 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://zeppelin.cz/online-katalog/stavebni-stroje-caterpillar/rypadla/pasova-rypadla/rypadla-45-az-90-tun/caterpillar-390f-l>
- [33] Produktový list rypadla Komatsu PC450HRD-8. In: Kuhn: gruppe [online]. 2010 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.kuhn-mt.cz/cz-cz/mainmenu/produkty/stavebni-stroje/komatsu.html>
- [34] Produktový list rypadla Volvo EC380E. In: ASCENDUM: Stavební stroje Czech s.r.o. [online]. 2008 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.volvoce.com/dealers/cs-cz/volvo/products/excavators/crawlerexcavators/EC380E/Pages/featuresandbenefits.aspx>
- [35] Produktový list traktoru Challenger M875E. In: Challenger [online]. 2015 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.challenger-ag.us/products/tractors/mt800e-series-track-tractors.html#0>
- [36] Produktový list traktoru Lamborghini CV.80V. In: Lamborghini: TRATTORI [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.lamborghini-tractors.com/en-EU/tractors/crawlers/276-cv>
- [37] Produktový list turbonakladače CAT PL87. In: ZEPPELIN CAT [online]. 2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://zeppelin.cz/cs/site/stroje-caterpillar/cat-detail-produktu.htm?idCategory=13067468>



- [38] Produktový list turbonakladače Volvo PL3005D. In: ASCENDUM: Stavební stroje Czech s.r.o. [online]. 2008 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: http://www.volvoce.com/dealers/cs-cz/Volvo/products/pipelayers/PL3005D_PL4809D/Pages/featuresandbenefits.aspx
- [39] Prospekt forwarderu Kapsen 18. In: Reparoservis [online]. 2016 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: http://www.lesni-techika.cz/pdf/prospekty/2016_KAPSEN_18_CZ_EN_low.pdf
- [40] Steiger 580. CASE iH: Agriculture [online]. 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.caseih.com/northamerica/en-us/products/tractors/steiger-series/steiger-580#available-steiger-580-configurations>
- [41] T-34 Tank Tracks and Suspension. 3docean [online]. 2016 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://3docean.net/item/t34-tank-tracks-and-suspension/14351977>
- [42] Terri 3020. TERRI [online]. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.terri.se/en/terri-3020-2/>
- [43] The Strongest Compact Track Loader Suspension. Bobcat [online]. 2016 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: http://landing.bobcat.com/beastofajob/?btname=%2Fbeast51&btplcmt=Legacy+Media+Tracker&_ref=b15vpppadadub51
- [44] VANĚK, Antonín, Ing. Moderní strojní technika a technologie zemních prací. Praha: Academia, 2003, 526 s., xvi s. barev. obr. příl. : il. (některé barev.) ; 24 cm. ISBN 80-200-1045-9.



SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

d	[mm]	délka pásu v kontaktu se zemí
HD		heavy duty
LGP		low ground pressure
l_p	[mm]	celková délka pryžového pásu
l_r	[-]	celková délka řetězového pásu vyjádřená počtem článků
LT		long track
m_p	[kg]	provozní hmotnost stroje
n_u	[-]	počet nosných kladek na každém nosiči a způsob jejich uložení
N/A		not available - neuvedeno výrobcem
p	[-]	počet podpěrných kladek na každém nosiči
p_m	[kPa]	měrný tlak vyvíjený na půdu
s	[mm]	šířka pásu
v_p	[km·h ⁻¹]	pojezdová rychlost stroje
WT		wide track
XL		extra large



SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Prvky běžného podélného nosiče pásu	14
Obr. 2 Pneumatické napínací ústrojí pásu	15
Obr. 3 Odpružení typu bogie	16
Obr. 4 Odpružení nosných kladek nakladače Bobcat pomocí listových pružin	16
Obr. 5 Podvozek typu (1+1) klasický nakladače CAT 973D	17
Obr. 6 Podvozek (1+1) zvýšený s vahadlovým uvolněním kladek dumperu Yanmar C50R-3C	18
Obr. 7 3D model podvozku typu (1+1) Christie-zvýšený s nezávislým odpružením nosných kladek tanku T-34	18
Obr. 8 Typ podvozku (1+1) Delta traktoru CAT D11T	19
Obr. 9 Renovované řetězy – nové čepy, pouzdra a navařená žebra (foto RENOMAG spol. s.r.o.)	20
Obr. 10 Běžná výztuha vs. spirálové nepřerušované vinutí	21
Obr. 11 Nedělený rám rypadla	22
Obr. 12 Kyvný rám podvozku forwarderu Elliator E 135 SR XXLc	22
Obr. 13 Podvozek s klopnou kruhovou přírubou harvestoru CAT 522B	23
Obr. 14 Hydraulické rozšiřování rozchodu podvozku	23
Obr. 15 Malý pásový nakladač CAT 299D XHP s rámem společným pro stroj i podvozek, a ozubeným hnacím kolem	23
Obr. 16 Pásové jednotky typu (1+2) Delta s hnacím kolem s pozitivním profilem na traktoru CASE Steiger 580 Quadtrac s kloubovým řízením	24
Obr. 17 Malý pásový nakladač JCB 150T	25
Obr. 18 Traktor CASE 1150M	26
Obr. 19 Turbonakladač CAT PL87	27
Obr. 20 Nakladač Liebherr LR 624 Litronic	28
Obr. 21 Dumper Morooka MST-2200VD	28
Obr. 22 Mikrorypadlo Yanmar SV05-B	29
Obr. 23 Minirypadlo New Holland E35BSR	30
Obr. 25 Rypadlo Volvo EC380E	31
Obr. 24 Midirypadlo Yanmar Sigma B7-5B	31
Obr. 26 Těžké rypadlo CAT 390F L	31
Obr. 27 Demoliční rypadlo Komatsu PC450	32
Obr. 29 Manipulační rypadlo CAT 330D MH WH	33
Obr. 28 Důlní rypadlo CAT 6060	33
Obr. 30 Turbonakladač Volvo PL3005D	34
Obr. 31 Jeřáb Hitachi 6000 SLX	34
Obr. 32 Fréza CAT PM620 s deskami s přišroubovanými pryžovými povlaky	35
Obr. 33 Finišer Volvo P4820D ABG	36
Obr. 34 Detail podvozku harvestoru Komatsu XT460L-3 s pevným vedením řetězového pásu	37
Obr. 35 Harvestor John Deere 909MH	37
Obr. 36 Forwarder „Železný kůň“ Kapsen 18 s podvozkem (1+1) Christie s přenosem sil třením	38
Obr. 37 Forwarder Terri 3020	38
Obr. 38 Traktor Lamborghini CV.80 C	39
Obr. 39 Traktor Challenger M875E s asymetrickým (1+1) podvozkem	40



SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Technické parametry malých pásových nakladačů	26
Tab. 2 Technické údaje traktorů a turbonakladače na platformě dozeru	27
Tab. 3 Technické údaje nakladačů na platformě dozeru	28
Tab. 4 Technické údaje dumperů	29
Tab. 5 Technické údaje malých rypadel	30
Tab. 6 Technické údaje středních a těžkých rypadel	32
Tab. 7 Technické údaje demoličního, důlního a manipulačního rypadla	33
Tab. 8 Technické údaje turbonakladače a jeřábu na platformě rypadla	35
Tab. 9 Technické údaje frézy a finišeru	36
Tab. 10 Technické údaje harvestorů	38
Tab. 11 Technické údaje forwarderů	39
Tab. 12 Technické údaje zemědělských traktorů	40